

динамічний коефіцієнт використання місткості; γ_{ϕ} – фактичний динамічний коефіцієнт використання місткості транспортного засобу; $t_{\text{ни}_{\min}}$ – мінімальний час пішохідної складової транспортного пересування, хв.; $t_{\text{ни}_{\phi}}$ – фактичний час пішохідної складової транспортного пересування, хв.; $t_{\text{оч}_{\min}}$ – мінімальний час очікування, хв.; $t_{\text{оч}_{\phi}}$ – фактичний час очікування, хв.

Дана залежність являє собою основу методу визначення комплексного показника якості при виконанні маршрутної поїздки в проектах міського пасажирського транспорту на підставі даних натурних обстежень умов обслуговування пасажирів з використанням комп'ютерних технологій.

Список літератури

1. Лapidус В. А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях / В. А. Лapidус. – М. : ОАО "Типография "Новости", 2000. – 432 с.
2. Чумаченко И. В. Система управления качеством проекта создания радиоэлектронной аппаратуры / И. В. Чумаченко, Д. В. Головань // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганск. – 2003. – Вип. 2(7). – С. 61–66.
3. Штанов В. Ф. Организация перевозок пассажиров автомобильным транспортом / В. Ф. Штанов, О. С. Игнатенко. – К.: Техника, 1988. – 127 с.
4. Цибулка Я. Качество пассажирских перевозок в городах / Я. Цибулка // – М.: Транспорт, 1987. – 239 с.
5. Большаков А. М. Повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности работы автобусов / А. М. Большаков, Е. А. Кравченко, С. Л. Черникова. – М.: Транспорт, 1981. – 206 с.

ЙМОВІРНІСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛІФТОВОГО ГОСПОДАРСТВА НА РАЙОННОМУ РІВНІ

Литвинов А.Л., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Більшість будинків великого міста мають етажність більшу за дев'ять і тому в обов'язковому порядку оснащуються одним або декількома ліфтами. В обов'язковому порядку вони повинні проходити періодичний (черговий) технічний огляд (ТО) з метою оцінки технічного стану складових частин, деталей або їх елементів, перевірки їх на відповідність технічним вимогам тощо [1]. Ці перевірки виконуються спеціалізованою організацією – суб'єктом господарювання, яка має дозвіл Держнаглядохоронпраці на проведення огляду та випробування устаткування. Для проведення ТО спеціалізована організація утримує штат спеціалістів, які об'єднанні у бригади, та відповідні технічні засоби. В

умовах ринкових відносин власники будинків платять гроші за ТО. У свою чергу власник спеціалізованої організації бажає мати прибуток з своєї діяльності, мінімізувати свої експлуатаційні витрати при ретельному виконанні договорів із замовниками і спрогнозувати свою діяльність. Для цього побудуємо математичну модель функціонування обслуговуванні ліфтів на районному рівні міста, де у кожному районі, як правило, діє своя спеціалізована організація.

ТО повинна виконуватися з певним періодом T , звідкіля частота ТО – $L = 1/T$. З позиції теорії моделювання L це інтенсивність приходу заявок від будинків на ТО, а сам будинок – джерело заявок. Кількість будинків у районі міста досить велика і сумарна інтенсивність приходу заявок від усіх джерел на ТО $\lambda_1 = \sum L$. При розробці моделі потрібно враховувати, що від будинків можуть поступати заявки і на аварійний ремонт. Ці заявки мають відносний пріоритет в обслуговуванні над заявками на плановий ТО. У системі ліфтового обслуговуванні допускаються невеликі затримки заявок на проведення регламентного ТО. Тобто заявки на аварійний ремонт несуттєво змінюють хід процесу регламентного ТО, тільки збільшуючи навантаження на спеціалізовану організацію і тому їх можна прирівняти до заявок на ТО. Нехай сумарна інтенсивність приходу заявок на аварійний ремонт λ_2 , тоді сумарну інтенсивність приходу заявок від усіх джерел: $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$. Нехай спеціалізована організація утримає n бригад, що обслуговують ліфти і інтенсивність обслуговуванні заявок від будинків μ . Тобто моделлю (досить грубою) процесу обслуговування ліфтів на районному рівні буде багатолінійна система масового обслуговування.

Сумарний потік заявок на обслуговування ліфтів на вході спеціалізованої організації утворюється як суперпозиція багатьох потоків на обслуговування від будинків. Тому, згідно з теорією масового обслуговування [2], він є пуасонівським (простішим), у якому ймовірність того, що за час τ надійде рівно k

запитів описується формулою Пуасона $P_k(\tau) = \frac{(\lambda\tau)^k}{k!} e^{-\lambda\tau}$, а розподіл часу між

приходом сусідніх заявок – експоненціальний з функцією розподілу $A(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$. Розподіл часу обслуговування ліфтів можна вибрати експоненціальним з функцією розподілу $B(t) = 1 - \exp(-\mu t)$, бо в цьому разі уся система буде розраховуватися на найважчий режим роботи. Тобто ми отримали т.з. марківську багатолінійну систему масового обслуговування, дослідження якої проведено в [3]. Якщо позначити через $\rho = \lambda / \mu$ – завантаженість однієї бригади по обслуговуванні одного будинку, то її основні характеристики будуть такі: ймовірність того, що усі бригади зайняті і нема черги на обслуговування:

$$p_n = \frac{\rho^n}{n!} \cdot \left[\sum_{i=0}^{n-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^n}{n(1 - \rho/n)(n-1)!} \right]^{-1}, \quad \frac{\rho}{n} < 1. \quad (1)$$

Середній час очікування заявкою початку обслуговування:

$$T_q = \frac{p_n}{\mu n(1 - \rho/n)}, \quad \frac{\rho}{n} < 1. \quad (2)$$

Коефіцієнт завантаження бригад по обслуговуванні ліфтів у будинках, %:

$$k_z = \left(1 - \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \frac{n-i}{i!} \rho^n \cdot \left[\sum_{i=0}^{n-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^n}{n(1-\rho/n)(n-1)!} \right]^{-1} \right) \cdot 100\% . \quad (3)$$

Тепер, маючи основні показники системи, можна вирішувати задачі по оптимальному обслуговуванні ліфтів на районному рівні.

З позиції спеціалізованої організації, потрібно мінімізувати витрати, при чому витримуючи ряд обмежень: відхилення фактичного часу початку проведення ТО від планового не повинно перевищувати оговорене в договорі значення T_{kr} , а також усі заявки на обслуговування, включаючи заявки на аварійний ремонт, повинні бути виконані. Це означає, що організація має деякий запас можливостей по обслуговуванню клієнтів.

Мінімізувати витрати в рамках розробленої моделі можна тільки за рахунок числа бригад n , домагаючись їх максимальної завантаженості. Тобто отримали наступну задачу математичного програмування: знайти n_m , яке максимізує функцію k_z при виконанні обмежень $T_q < T_{kr}$ і $\lambda / (n\mu) < 1$. Можна задачу сформулювати інакше: знайти n_m , яке мінімізує функцію T_q при виконанні обмежень $k_z > k_{\min}$ і $\lambda / (n\mu) < 1$, де k_{\min} мінімальний рівень завантаженості бригад по обслуговуванні ліфтів у районі. Обидві задачі можна розв'язати чисельними методами оптимізації.

Література

1. Про затвердження Порядку проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Постанова Кабінету Міністрів України від 22 квітня 2009 р. N 465 Київ//Офіційний вісник України, 2004 р., N 21, ст. 1434.
2. Новиков О.А., Петухов С.И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. – М.: Советское радио, 1969. 400с.
3. Кофман А., Крюон Р. Массовое обслуживание, теория и приложения. – М.: Мир, 1965. 303 с.